



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 57 141 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 03 D 3/02
F 03 D 3/04
F 03 D 11/04

②1 Aktenzeichen: 199 57 141.4
②2 Anmeldetag: 27. 11. 1999
④3 Offenlegungstag: 31. 5. 2001

DE 199 57 141 A 1

⑦1 Anmelder:
Wagenknecht, Markus, 07937 Zeulenroda, DE

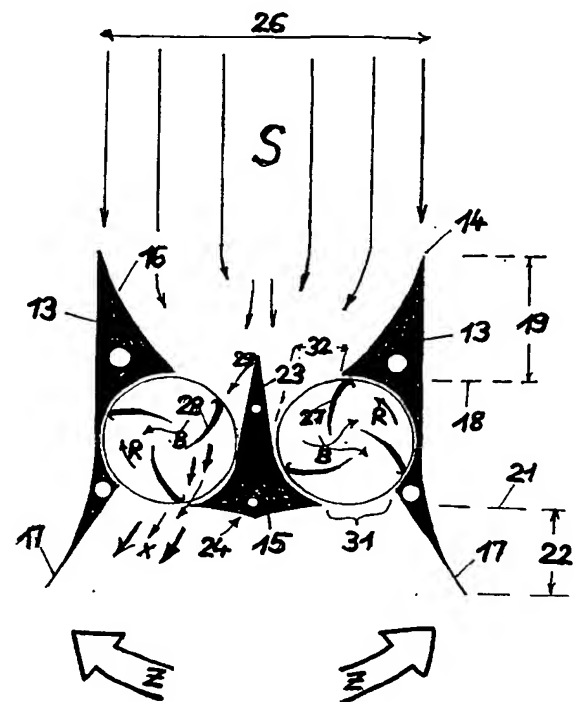
⑦4 Vertreter:
Rohrschneider, G., Dipl.-Ing. (FH) Pat.-Ing.,
Pat.-Anw., 08523 Plauen

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung zur Energiegewinnung, wobei ein dreiflügliger Rotor (5; 6) nach dem Durchströmprinzip zum Einsatz gelangt. Eine seitliche Einleitflächenkonstruktion (13) besitzt am hinteren Teil je einen Diffusor (17) an beiden Seiten. Die Anströmung (S) wird verdichtet und auf die Rotoren (5; 6) geleitet, welche durch eine mittlere Einleitflächenabtrennung (15) getrennt arbeiten. Die seitlichen Einleitflächenkonstruktionen (13) und die mittlere Einleitflächenabtrennung (15) besitzen eine besondere wie spezifische Anordnung unter Berücksichtigung der Wirkprinzipien der beiden Rotoren (5; 6), so daß die Rotorflügel (8; 9; 10) dazu eine in sich abgestimmte Einheit bilden. Der auf einem Mast (2) befindliche Funktionsaufbau wird mittels eines Drehkranzes immer dem Wind derart nachgeführt, daß die Windkraftanlage ideal von diesem angeströmt wird.



DE 199 57 141 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung zur Energiegewinnung, wobei zwei dreiflügelige Rotoren Einsatz finden. Dabei arbeiten die dreiflügeligen Rotoren mit einer Rotorachse, welche vertikal im Wind steht. Das Einsatzgebiet für die erfindungsgemäße Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung ist sowohl der Eigenheimbereich, als auch der Industriebereich und zweckdienlich deren Einsatz in Windparks.

Mit der Lösung gemäß DE 198 23 473.2 ist eine Strömungsenergieanlage bekannt. Diese Anlage stützt sich hauptsächlich auf die Art der Windeinleitung. Dabei ist eine Bauhöhe von maximal 8 m vorgegeben.

Die Palette der Bauart geht von einem Rotor, bis hin zu sechs Rotoren und von 6 bis zu 18 Einleitflächen. Die gesamte Anlage ist auf einem Mast angeordnet, welcher in einem Fundament ruht. Die oberen und die unteren Einleitflächen tragen keine Winkel und stehen relativ steil nach außen. Die vertikalen Einleitflächen lassen sich verstellen sowie ein- und ausfahren. Es wurde offenbart, daß jede mögliche Anzahl von Rotoren und auch Windeinleitflächen, gleich welcher Winkelstellungen, möglich sind. Lediglich die Anordnung mit zwei Rotoren wurde als unzweckmäßige Lösung ausgelassen. Es wird auch bezüglich der Anzahl der Rotorflügel von zwei bis drei und mehreren variiert. Es werden lösungsgemäß sogar gekrümmte und gerade Rotorflächen, vom Halbkreis über die Tropfenform, bis hin zu geraden Rotorflächen aufgezeigt. Die Angabe der Materialien der einzelnen Bauteile reicht von Metall über mechanisch hoch belastbaren Kunststoff, bis hin zu Kunstfasertextilien. Diese Anlage wird sowohl für Luft, als auch für Wasser gleichzeitig bezüglich ihres Einsatzes benannt. Der besondere Effekt soll darin liegen, daß die Anzahl der Rotoren auf den Rotorträgern, oder die Anzahl der Rotorträger mit Rotoren erhöht wird. Es wird angegeben, daß bei klarsichtigem Material die Anlage fast nicht sichtbar ist, daß heißt, sie paßt sich der Umgebung in solchem Maße an, daß sie nicht stört und auffällt. Insgesamt ist die aufgezeigte Lösung zu allgemein und ohne eine gezielte Spezifikation, beziehungsweise einem bestimmten Bereich zugeordnet, weshalb auch nur unzureichend eine Abgrenzung möglich ist. So wird zu den Einleitflächen keinerlei Winkelangabe offengelegt und lediglich angegeben, daß die vertikalen Einleitflächen verstellbar angeordnet sind. Es fehlt ferner die klare sowie wichtige Aussage, wann und wie die Einleitflächen mit den Rotorflügeln im Anstellwinkel zueinander stehen sollten. Hingegen ist das Ein- und Ausfahren der Einleitflächen eine wirkungslose aufwendige Technik, welche keinerlei positiven Effekt bewirkt. Die Anordnung mehrerer Rotoren von der Zahl 3 an aufwärts auf einer Arbeitsetage ist dabei wirkungslos und führt zu keinem Effekt, weil sich die Rotoren gegenseitig behindern und eine notwendige Durchströmungsgeschwindigkeit von 15% nicht realisiert werden kann.

Mit der DE 195 14 499 ist eine weitere Lösung für eine Windkraftanlage bekannt. Diese Anlage stellt eine weitestgehende Näherung an die herkömmlich bekannten Windmühlen seit mehreren hundert Jahren dar. Diese Anlage muß dabei je nach Anströmungsrichtung immer dem Wind nachgestellt werden. Diese Anlage besitzt keinen Durchströmrotor und setzt nur den Winddruck mit etwa 15% aus der Windgeschwindigkeit um. Derartige Anlagen unterliegen sehr großen Ausfallzeiten, außerdem bleiben sie trotz relativ hoher Windgeschwindigkeiten von etwa 10 bis 20 m/s Langsamläufer.

Mit der DE 299 00 664 U1 ist eine weitere Lösung für eine Windkraftanlage bekannt. Das Leitwerk dieser Anlage verlangt eine relativ hohe Endgeschwindigkeit, um daß es

sich der Windrichtung nachführt. Durch eine fehlende Antirichtung streicht die Windströmung nur an der Anlage vorbei. Sie kann nur zur freien Seite ausweichen. Es entsteht ein Wirbelpolster, an welchem die Strömung vorbeigeleitet wird. Dies erfolgt nach Sättigung des Aufnahmevermögens des Rotors, welcher ohne Durchströmung arbeitet. Diese Anlage ist für alle nicht zeitkinetischen Prozesse geeignet und sie fängt erst bei einer relativ hohen Windgeschwindigkeit an zu arbeiten. Eine derartige Anlage besitzt keine gute Frequenzkonstanz.

Mit der DE 31 29 660 ist ein Windrad zur Umsetzung von Windenergie in eine Rotationsbewegung bekannt, bei welchem für eine Windkraftmaschine, mit einem mit einer Mehrzahl von Rotorblättern ausgebildeten Rotor, dessen Rotorachse etwa senkrecht zur Ebene der möglichen Windrichtung steht, eine Erhöhung des Wirkungsgrades dadurch erreicht werden soll, indem der Rotor von einem Stator umgeben ist, der eine Vielzahl von gleichabstandeten Statorblättern aufweist, welche schräg zum Rotor verlaufende und auf eine seitliche Umfangfläche des Rotors mündende, sich zum Rohr hin verjüngende Kanäle bilden.

Diesem Windrad und seiner Anlage haftet jedoch der Nachteil an, daß sie einen zu geringen Teil der im Wind stehenden Einleitflächen zum Umsetzen in Energie nutzt. Ursache hierfür ist der Umstand, daß die Einleitflächen zu flach anliegen, wodurch etwa ein wert der Windkraft nicht zum Tragen kommt und nach außen geleitet wird. Da der Rotor ohne Durchströmung arbeitet, wird auch die dringend notwendige Strömungsgeschwindigkeit von etwa 15% unterschritten. Bestenfalls ist dieser Rotor nur in der Lage, etwa 15% der Windkraft aus dem Bereich der Druckkraft umzusetzen. Das hat zur Folge, daß unter Last die Leistung erheblich abbaut. Diese Windkraftanlage ist deshalb für nur geringe Windgeschwindigkeiten nicht geeignet. Der Rotor und die Einleitflächen gewährleisten in der gewählten Anordnung kein effektives Zusammenwirken.

Ferner ist mit der Schrift WO 81/00463 eine weitere Windkraftanlage bekannt. Diese Anlage verfügt über 12 Einleitflächen, welche aber zu flach ausgestaltet sind, und wobei die horizontal angeordneten Einleitflächen zu steil angestellt sind.

Damit ist der Nachteil verbunden, daß sich ein unerwünschter hoher Druck aufbaut, wodurch es zu Rückströmungen kommt. Der Rotor besitzt 24 Schaufeln und arbeitet ohne Durchströmung, womit die etwa 15% notwendige Strömungsgeschwindigkeit nicht realisiert werden, welche aber dringend benötigt werden. Da nur die Druckkraft im Rotor arbeitet, können auch nur etwa 15% der Windkraft umgesetzt werden. Unter Last bricht die Leistung zusammen, weshalb diese Windkraftanlage für niedrige Windgeschwindigkeiten im Bereich von vorzugsweise 1 m/s bis 3 m/s nicht geeignet ist. Die Druckkraft arbeitet in den Rotorflügeln nur bis zum Leitflächenende und überträgt den Druck nachfolgend in das nächste Fach, wo dieser dann unerwünscht zum Gegendruck wird.

Ferner ist mit der DE 30 01 385 eine weitere Lösung für eine Windkraftanlage bekannt. Hierbei besteht der Rotor aus Schaufeln, wodurch er für eine zweckdienliche Durchströmung nicht geeignet ist. Die gewählte Lösung mit 12 Einleitflächen ermöglicht durch eine zu flache Anstellung nicht eine optimale, daß heißt größtmögliche Windangriffsfläche, wodurch die Schaufeln nur den Druck aus der Windkraft umsetzen. Die Schaufeln im Rotor entladen den Druck im nachfolgenden Einleitfach, wodurch es wiederum zu unerwünschten Gegenströmungen kommt. Auch bei dieser gewählten Lösung ist der Nachteil zu verzeichnen, daß die Leistung sehr schnell abbaut und die Nutzung einer Windgeschwindigkeit in den Größen von nur 1 m/s bis etwa 3 m/s

nicht möglich ist.

Weiterhin ist mit der WO 91/19093 eine weitere Lösung bekannt, welche auf dem Grundprinzip der Durchströmung arbeitet, wobei die Kräfte aus dem Wind in Form des Druckes sowie des Segelzuges genutzt werden. Dabei werden 16 Einleitflächen auf einen achtflügligen Rotor abgestimmt. Die gewählte Konstruktion mit ihrem aufgezeigten Einleitflächenprinzip erbringt eine Nutzung von etwa 85% der Windfläche am Bauwerk, beziehungsweise an der Anlage. Die offenbarte Einleitflächenausstellung steift eine relativ günstige Ausführungsform dar, ohne jedoch dem Idealzustand nahe zu kommen. Auf solche Weise wird der Wind nach außen abgeflächelt, woraus letztlich ein Kapazitätsverlust zu verzeichnen ist. Trotz der gegebenen Durchströmfähigkeit bilden die acht Rotorflügel in sich einen Trichter, der das Durchströmen behindert. Bei der gewählten Rotorflügelform sind diese zu kurz ausgeführt, wodurch der Wind auch einen zu kurzen Arbeitsweg absolviert. Dadurch arbeitet in dieser Anlage nur der Winddruck und der Segelzug, bei fehlender günstiger Aerodynamik. Die Durchströmung arbeitet nicht von innen nach außen, weil die Luft entgegen dem Trichterverhalten der Flügel nicht wirksam wird. Der Abstand zwischen dem Rotor und dem Einleitflächengehäuse wirkt nachteilig, weil er zu groß ausgeführt ist. Die horizontalen Einleitflächen, die einen solchen Verlust verhindern könnten, fehlen in dieser Anlage.

Mit der DE 88 04 674 ist noch eine weitere Lösung für eine Endkraftanlage bekannt. Diese offenbart als Lösungsvariante einen Vertikalrotor, welcher nach dem Prinzip von Savonius arbeitet. Dabei wurden lediglich der Anstellwinkel und die Flügelkrümmung verändert. Der Durchströmrotor wird durch die zu stark gerundeten Flügelflächen zu einem extremen Langsamläufer. Nachteilig wirkt auch die Bremsung durch die entgegenlaufenden Schaufeln im Winddruck. Diese Anlage besitzt keinen Segelzug und keine Aerodynamik. Würde sie mit Einleitflächen ausgestattet sein, würde sie als Langsamläufer relativ gut bei niedrigen Windgeschwindigkeiten arbeiten. Bei höheren Windgeschwindigkeiten pegelt sich dieser Langsamläufer rasch, vergleichbar mit einem Fliehkraftregler, auf niedrige Umdrehungszahlen ein. Für hohe Leistungen ist dieser Rotor nicht geeignet.

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe eine Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung sowie zugehörigen Windleitflächen zu schaffen, welche optimal alle nur möglichen Windkräfte auch in Energie umsetzt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf ein bestmögliches Zusammenwirken und Umsetzung aller aus dem Wind nutzbaren Kräfte gelegt. Außer der vielfältigen Nutzung umgesetzter Windenergien wird ferner auf eine verwertbare Frequenzkonstanz und eine günstig angepaßte, ausgewogene Gewichtsverteilung geachtet, welche im Zusammenwirken der Einleitflächenanlage, von Rotor, Rotorflügeln und Bauwerk verzeichnet wird. Dabei besteht die erfindungsgemäße Aufgabe besonders auch darin, daß bereits bei 1,5 m/s Windgeschwindigkeit die Arbeit zur Energiegewinnung aufgenommen wird. Ferner steht die Aufgabe, daß bei orkanartigen Situationen die Windkraftanlage zuverlässig arbeitet und nicht aus dem Wind genommen werden muß. Das hat auf solche Art und Weise zu geschehen, daß die Anlage auch die hohen Windgeschwindigkeiten ohne zu bremsen voll zur Energiegewinnung nutzt. Dabei ist die Anlage jedoch für extrem hohe Windgeschwindigkeiten mit einem Selbstschutz ausgestattet, wodurch ein Druckpolster vor Zerstörung schützt. Es steht weiterhin die Aufgabe, daß der Maschinenteil des gesamten Bauwerkes aus einer festen Einleitflächenstatik besteht und keine zusätzlichen Bauteile die Funktion der Windkraftanlage behindern, beziehungsweise platzmäßig einschränken. Die erfindungsgemäße

Windkraftanlage steift sich weiter die Aufgabe, daß die einzelnen Baugruppen derart harmonisch aufeinander abgestimmt sind, daß die verschiedenen auftretenden Kräfte und Geschwindigkeiten in keiner Phase des Betriebes sich behindern oder gar aufheben. Dazu soll das Bauwerk eine geschlossene Einheit bilden und die Form sowie das Aussehen eines großen Trichters auf einem Mast ähneln. Das Bauwerk soll dabei nicht nur der Natur angepaßt sein, sondern auch eine gute Werbemöglichkeit bieten. Schließlich sollen kostengünstige Materialien zum Einsatz gelangen und die Anlage einfache, aber robuste Technik verkörpern, bei welcher der Magnuseffekt hinter der Anlage wie ein starker Sog zum Tragen kommt. Die erfindungsgemäße Windkraftanlage stellt sich schließlich die Aufgabe, ungehindert mit Druckkraft, Segelzug und Aerodynamik arbeiten zu können.

Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst, durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgezeigten technischen Merkmale.

Lösungsgemäß besteht die erfindungsgemäße Windkraftanlage aus einem Fundament mit Mastkorb, einem Mast, zwei Rotoren und Einleitflächenkonstruktion sowie Drehkranz und Generatoren.

Im oberen Aufbau des Mastes sind zwei Rotoraufnahmen für zwei Einzelrotoren angeordnet. Aufgrund der Einleitflächenkonstruktion läuft ein Rotor rechts und ein Rotor links um seine Achse. Die Rotorzylinder werden bevorzugt auch ohne Mittelachse gebaut, da die drei Rotorflügel mit dem oberen und unteren Rotorboden eine geschlossene Statik bieten. Links und rechts der Anlage befindet sich eine vorgezogene Strömungsnase, welche die gesamte Frontalströmung hundertprozentig aufnimmt und durch die Anlage leitet. Es entsteht dabei eine Eintrichterung. Die geraden Seitenflächen der äußeren Begrenzung laufen am hinteren Ende auf beiden Seiten in Rundung nach außen und bilden einen Diffusor. Dadurch entsteht am hinteren Teil der Rotoren ein Sog. Die Mittelteilung ist so schlank zwischen beiden Rotoren angebracht, daß der Wind in seiner Hauptrichtung immer auf die Spitze zeigt und kaum eine Richtungsänderung verursacht. Die vordere Spitze liegt auf der Frontlinie der beiden Rotoren im Horizontalschnitt gesehen. Je nach örtlichen Gegebenheiten wird die Spitze weiter versenkt oder hervorgezogen. Nach den Rotoren allerdings wird die Mittelteilung den Rotoren so weit nachgeführt, daß der hintere Rotorflügel in dem Moment in das Freie dreht, wenn der vorhergehende Flügel den Stall-Effekt vollzieht. Dabei muß aber beachtet werden, daß die hintere Öffnung größer sein muß als der vordere Eintritt. Somit ergibt sich eine ideale Anordnung von Maß und Abstand. Notfalls kann mit der Dicke der Konstruktion der Diffusor ein wenig variiert werden, um Verhältnisse zu optimieren. Über und unter den Rotoren muß mit den Einleitkonstruktionen zusammen eine Abdeckung erfolgen, damit der aufgebaute Druck nicht nach oben oder nach unten wirkungslos entweichen kann. Aus dem Angebot der besten bekannten Technik wird die idealste Windnachführtechnik eingesetzt, weshalb diese erfindungsgemäß ausgenommen ist. Die Windnachführung in Richtung der günstigsten Strömung ist für diese Anlage ein zwingendes Erfordernis. Der freistehende Mast beträgt dabei zur gesamten Bauhöhe etwa 40% und der obere Funktionsaufbau etwa 60%. Die vorderen Nasen, welche sich links und rechts der Anlage befinden, besitzen eine Länge die etwa dem Rotordurchmesser entspricht. Der hintere Abstand der Leitflächen auf beiden Seiten besitzt eine Diffusor Ausbildung mit einer Länge von etwa 70% des Rotordurchmessers. Der entsprechende Funktionsaufbau im Grundgestell muß jeweils zur Bauhöhe eine dem Mast angepaßte statische Zuordnung erhalten. Die Funktionsweise des Rotors hat in dieser Anlage trotz Durchströmtechnik eine ganz se-

parate und neue Arbeitsspezifika.

Durch die beidseitige Einkerbung des gesamten Frontpotentials an Strömungsenergie konzentriert sich die Durchströmung in der Anlage auf den Mittelteil und verdichtet sich auch dort. Am Rand der Nase zum Rotor wird der Flügel mit Segelzug in das Fach gerissen und die Aerodynamik führt ihn bis fast zum Fachende. Vorher setzt der Stall-Effekt ein, also der Abriß der Aerodynamik richtet hier keinen Schaden an. Der hinter dem Flügel sofort einsetzende Sog übernimmt den weiteren Antrieb des Flügels. Dadurch erhält man einen Arbeitsbereich am Rotor, welcher mindestens 50% des Außenumfanges einnimmt. Kein anderer Rotor besitzt einen derart großen Arbeitsbereich. Da nach dem Abreißen der Aerodynamik sofort der Strömungsdruck auf den Flügel wirkt und auf der anderen Seite der Sog zieht, beginnt sogar eine Doppelarbeit auf beiden Seiten, welche in gleicher Richtung wirken. Der Sog entsteht durch die Diffusor, welche auf beiden Seiten im hinteren Teil der Anlage angebracht sind und im hinteren Teil der Strömungsarbeit hinter der Anlage arbeiten. Durch die Diffusor bildet sich der Magnus-Effekt, der durch diese Anordnung in Leistung umgesetzt wird. Zugleich wird dafür gesorgt, daß die Mindestdurchströmung von 15% weit überschritten wird und dem Rotor ein besseres Drehmoment zuteil werden läßt. Die höhere Durchströmungsgeschwindigkeit, die dadurch ungewöhnlich höher ist, setzt damit im Arbeitsbereich des Segelzuges und der Aerodynamik extrem höhere Kräfte um. Das rührt daher, weil die Aerodynamik durch eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit eine progressive Steigerung zur Folge hat. Die erfindungsgemäße Lösung bietet ein neuartiges Ineinanderarbeiten und Zusammenwirken der Strömungskräfte im Durchströmrotor. Es wird ein Effekt bewirkt, welcher durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

- a. Das Ablösen der Aerodynamik durch den Strömungsdruck im Moment des Stall-Effektes;
- b. Das sofortige Einsetzen des Soges auf der Gegenseite des Flügels im Flügelzwischenraum im Moment des Stall-Effektes;
- c. Das Einsetzen des Druckausgleiches im Rotorfach, nach dem Arbeitsgang, welches im exakt richtigen, daß heißt günstigsten Moment durch die Flügelabstände der Rotormitte stattfindet. Würde das nicht der Fall sein, so würde der Sog, welcher durch den Magnus-Effekt erzeugt wird, am Passivflügel entgegen der Rotation ziehen, bevor er in seinen Arbeitstakt eintritt.
- d. Das Zusammenwirken von a., b. und c. zum gleichen Zeitpunkt.

Die Einleitflächen in ihrer Gesamtdarstellung und Statik sind aus festem und widerstandsfähigem Material ausgeführt. Jedoch dürfen auf keinen Fall die Flächen der Einleitkonstruktion aus elastisch nachgebendem Material ausgeführt sein, wie beispielsweise Planen, Textilien oder anderweitige, nachgiebige Kunststoffe. Derartige Stoffe ziehen aus der verwendbaren Energie unnötige Bewegungen in die Anlage, die nicht umgesetzt werden kann. Die zeitgenaue Strömung geht dabei ebenfalls verloren und die Strömungsenergie erhält unerwünschte Druckschläge. Der Rotor besitzt drei Flügel, die auf Durchströmung ausgerichtet sind. Dabei ist der hintere, innere Teil der Flügel mit einem Abstand zur Mittelachse ausgestaltet, der mindestens ein Achtel der Flügeltiefe beträgt. Jeder Flügel besitzt im Innenbereich der Flügelkrümmung am vorderen Teil hinter der Frontkrümmung seinem Querschnitt nach eine Hakenausbildung. Diese hakenförmige Ausbildung der Flügelkrümmung entspricht ihrer Wirkung und Aufgabe nach, einer Windfangleiste. Dabei entsteht beim Entweichen der Druck-

kraft der Strömung eine Verwirbelung und damit ein Angriffspolster, welches in der Lage ist, noch besonders lange den Druckarbeitsgang aufrecht zu erhalten und mit größter Kraft am äußeren Hebel zu drücken, beziehungsweise zu wirken. Durch das Zusammenwirken dieser Gegebenheiten entsteht eine besonders günstige Frequenzkonstanz. Die Nasenabdeckung vor dem jeweiligen Rotor in der Anlagenfront zieht sich soweit in den Innenbereich, damit maximal bis zur Flucht der Rotormitte die Abschirmung der gegenlaufenden Schaufel abgedeckt wird. Der Abstand der Mittelleitfläche zu den Rotoren übersteigt das Maß von 5 cm nicht, damit nicht ungenutzte Strömung hindurch geleitet wird. Der gleiche Abstand wird auch zweckdienlich zu den restlichen Einleitflächen gebildet. Eine leichte Rundung im Dachbereich der Anlage ist von strömungstechnischem Vorteil. Die obere und die untere Anströmung der Leitflächen ist derart ausgeführt, daß die Strömung oben und unten nicht außerhalb des Rotorbereiches abweicht. Die mittlere Einleitflächenabtrennung besitzt einen Verdrängungswinkel von nicht größer als 12 Grad.

Als Variante gibt es hierzu auch die Anströmtechnik mit nur einem Rotor, wobei die Mittelrennung zur Außeneinleitfläche wird.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Horizontalschnitt der Windkraftanlage.

Fig. 2 Horizontalschnitt eines Rotors.

Fig. 3 einen Rotorflügel im Querschnitt.

Fig. 4 die Grundkonstruktion mit zwei Einzelrotoren.

Fig. 5 die einrotorige Variante im Horizontalschnitt.

Fig. 6 die einrotorige Variante im Längsschnitt.

Auf einem Fundament 1 steht ein Mast 2, der in diesem mit einem Mastkorb 3 verbunden ist. Über dem Mast 2 befindet sich die Rotor- und Leitflächenaufnahme 7 sowie die Dreheinrichtung. In dieser befinden sich die Rotoren 5 und 6 nebst der äußeren Einleitflächenkonstruktion 4 sowie der mittleren Leitflächenabtrennung 15. Ein Rotor 5 besteht aus je drei Flügeln 8, 9, 10 und einem oberen Rotorboden 11 sowie einem unteren Rotorboden 12. Die seitlichen Einleitflächenkonstruktionen 13 sind spiegelbildlich angeordnet und besitzen vorne eine Einleitspitze 14 mit einer inneren Strömungsableitung 16 und am hinteren Teil einen Diffusor 17. Der Abstand der Eintrichterung 19 von der Einleitspitze 14 bis zur Rotorfront 18 entspricht dem Rotordurchmesser 20. Der Diffusor 17 weist einen Längenüberstand 22 zur hinteren Rotorfront 21 von etwa 70% des Rotordurchmessers 20 auf. Die mittlere Einleitflächenabtrennung 15 besitzt einen Keilwinkel 23 von 12 Grad. Die Hinterseite 24 endet vorzugsweise mit einer funktionsmäßig an sich unbedeutenden Spitze. Der Querschnitt der Rotorflügel 8, 9, 10 in Fig. 2 zeigt die Verwirbelung W beim nach Außentreten des Strömungsdruckes D. Die drei Rotorflügel 8, 9, 10 stehen derart zueinander, daß mindestens ein Achtel der Flügeltiefe die Durchströmlücke M zwischen Flügel 9 und Rotormitte 25 bilden.

Die gesamte Windkraftanlage in Fig. 1 zeigt mit den Drehpfeilen Z, wie diese dem Wind nachgeführt wird. An den Pfeilen der Rotordrehrichtungen R wird die Arbeitsweise verdeutlicht. Die Anströmrichtung S zeigt die Verarbeitung im gesamten Frontanströmbereich 26. Die Flügelstellung 27 zeigt den beginnenden Arbeitsgang des Segelzuges. Die nachfolgend eingreifende Flügelstellung 28 der Aerodynamik zeigt die Arbeitsweise bis zum Erreichen des Punktes des Stall-Effektes 29 und der eintretende Sog X, der durch den Diffusor 17 im Magnuseffekt erzeugt wird. Im Rotor 5, 6 wird die Arbeitsweise des Druckausgleiches B im nicht arbeitenden Teil des ruhenden Flügelfaches 30 sicht-

bar gemacht, bevor der Sog X auf den arbeitenden Rotorflügel 28 wirkt. Bedeutsam ist, daß der Strömungseintritt 32 kleiner ist, als der Strömungsaustritt 31. Das Dach 33 der Windkraftanlage ist für eine günstige Strömungstechnik im Gesamtwirken der Anlage gebogen ausgeführt. Die horizontalen Strömungseinleitungen 34 oben und die horizontalen Strömungseinleitungen 35 unten sind derart angebracht, daß keine Strömung S oberhalb und unterhalb des Rotors 5 nutzlos vorbeistreicht. Als Variante werden die vordere Einleitspitze 14 mit einer Rundung ausgestattet, welche zur Geräuschkämpfung beiträgt.

In Fig. 3 wird der Horizontalschnitt eines Rotorflügels 8, 9 oder 10 mit dem Hakenprofil als Windfangleiste 36 gezeigt, indem sich in den vorderen Hakenbereich die Auswärtsströmung V des Rotors über die Verwirbelung W gemäß Fig. 2 hinweg drückt.

In der Variante, beziehungsweise Ausführung einer Windkraftanlage mit zwei Einzelrotoren 5, 6 sind mehrere Etagenanordnungen übereinander ausführbar. Ausschlaggebend für die Anzahl der Etagen ist ausschließlich die zugehörige Auslegung und Anpassung der Statik.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1 Fundament	25
2 Mast	
3 Mastkorb	
4 Einleitflächengrundkonstruktion	
5 Rotor R	
6 Rotor L	30
7 Rotor- und Leitflächenaufnahme/Dreheinrichtung	
8 Flügel 1	
9 Flügel 2	
10 Flügel 3	
11 oberer Rotorboden	35
12 unterer Rotorboden	
13 seitliche Einleitflächenkonstruktion	
14 vordere Einleitspitze	
15 mittlere Einleitflächenabtrennung	
16 innere Strömungsableitung	40
17 Diffusor	
18 Rotorfront	
19 Abstand der Eintrichterung	
20 Rotordurchmesser	
21 hintere Rotorfront	45
22 Längenüberstand des Diffusors	
23 Keilwinkel	
24 Hinterseite	
25 Rotormitte	50
26 Frontanströmbereich	
27 Flügelstellung Segelzug	
28 Flügelstellung Aerodynamik	
29 Punkt des Stall-Effektes	
30 ruhendes Flügelfach	
31 Strömungsaustritt	55
32 Strömungseintritt	
33 Dach	
34 Strömungseinleitfläche horizontal oben	
35 Strömungseinleitfläche horizontal unten	
36 Windfangleiste mit Hakenprofil	60
R Rotationsrichtung	
B Druckausgleich	
V Auswärtsströmung im Rotor	
D Strömungsdruck	
M Durchströmlücke	65
Z Drehpfeil der Nachführvorrichtung	
X Sog	
W Verwirbelung	

S Anströmung

Patentansprüche

1. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung unter Einsatz von zwei Vertikalrotoren nach dem Grundprinzip der Durchströmung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gegeneinander laufenden Rotoren (5; 6) mit drei aerodynamisch ausgestalteten Flügeln (8; 9; 10) mit einer hakenförmigen Windfangleiste (36) ausgestattet sind, die Rotoren (5; 6) die Windzufuhr über die gesamte Frontfläche des Frontanströmbereiches (26) erhalten und diese über eine Einleitflächenkonstruktion (4) eintrichtern.

2. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese auf einem Mast (2) sitzt, welcher mittels eines Mastkorbes (3) auf einem Fundament (1) aufsitzt und sich darauf ein Statikaufbau befindet, welcher für die Aufnahme von zwei Rotoren (5; 6) ausgelegt ist; der mit zwei seitlichen Einleitflächenkonstruktionen (13), mittleren Einleitflächenabtrennung (15) und einem gewölbtem Dach (33) sowie horizontaler Strömungseinleitfläche (34) oben und horizontaler Strömungseinleitfläche (35) unten, an den Rotoren (5; 6) ausgestattet ist.

3. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Windkraftanlage so dem Wind nachgeführt wird, indem der Frontanströmbereich (26) immer ideal in der Anströmung (S) steht und die beiden Diffusoren (17) am hinteren Teil den Magnuseffekt in Unterdruck, als einen Sog (X) in zusätzliche Energie umwandeln.

4. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorderen Einleitspitzen (14) der vorderen Einleitfläche (13) bis maximal zur Mittelfluchtlinie der Rotoren (5; 6) mit einer inneren Strömungsableitung (16) in Form einer hohlen Kurve reichen und die mittlere Einleitflächenabtrennung (15) in der Anströmfront mit einem Keilwinkel (23) von etwa 12 Grad ausgestattet ist.

5. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die seitliche Einleitflächenkonstruktion (13) an ihrer Außenseite bis zum hinteren Teil des Diffusors (17) gerade verläuft und danach eine Krümmung nach außen beschreibt, wobei die Nasenlängen in der Front ab der Rotorflucht dem Rotordurchmesser (20) entspricht und die der Diffusor (17) nur 70%.

6. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungseintritt (32) kleiner ist als der Strömungsaustritt (31).

7. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im passivsten Arbeitsgang bei den Flügelabständen ein Druckausgleich (B) mittels Durchströmung erfolgt.

8. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Flügeln (8; 9; 10) und der Rotormitte (25) ein Achtel der Flügeltiefe entspricht.

9. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel (8; 9; 10) der Rotoren (5; 6) mit einer aerodynamisch ausgebildeten Form ausgestattet sind und dazu eine Windfangleiste (36) mit Hakenprofil aufge-

bracht ist.

10. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechsel von der Aerodynamik zum Strömungsdruck im Augenblick des Stall-Effektes erfolgt, wobei sofort der Sog (X) an der anderen Seite des Flügels (8; 9; 10) arbeitet und das vakuumbelegte Flügel-
10 fläch ausschöpft.

11. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die hintere Nachführung der mittleren Einleitflächenabtrennung (15) vom Moment des Stalleffektes des Rotorflügels (8) bis zum Maß des vorausdrehenden Flügels (9) reicht.

12. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Variante mit einem Rotor (5) die fehlende zweite seitliche Einleitflächenabtrennung (13) die Hälfte der mittleren Einleitflächenabtrennung (15) ersetzt und am hinteren Teil auch ein Diffusor (17) angeordnet ist.

13. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Rotoren (5; 6) durch die zugehörige Einleitflächenrundkonstruktion (4) mit den dazugehörigen seitlichen Einleitflächenkonstruktionen (13) sowie der mittleren Einleitflächenabtrennung (15) derart ausgelegt sind, daß eine gegenläufige Rotation bewirkt wird.

14. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Strömungseinleitfläche (34) oben und die horizontale Strömungseinleitfläche (35) unten, die Anströmung (S) bis zur effektiven Durchströmung leitet.

15. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der freistehende Mast (2) etwa 40% und der darauf befindliche obere Funktionsaufbau etwa 60% der Bauhöhe entspricht.

16. Windkraftanlage mit Vertikalrotor und Frontalanströmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Windfangleiste (36) mit einem Hakenprofil ausgestattet ist, welche eine Verwirbelung (W) bewirkt, wodurch eine zusätzliche Hebelkraft am Rotor (5; 6) zum Wirken kommt und eine Frequenzkonstante erreicht wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

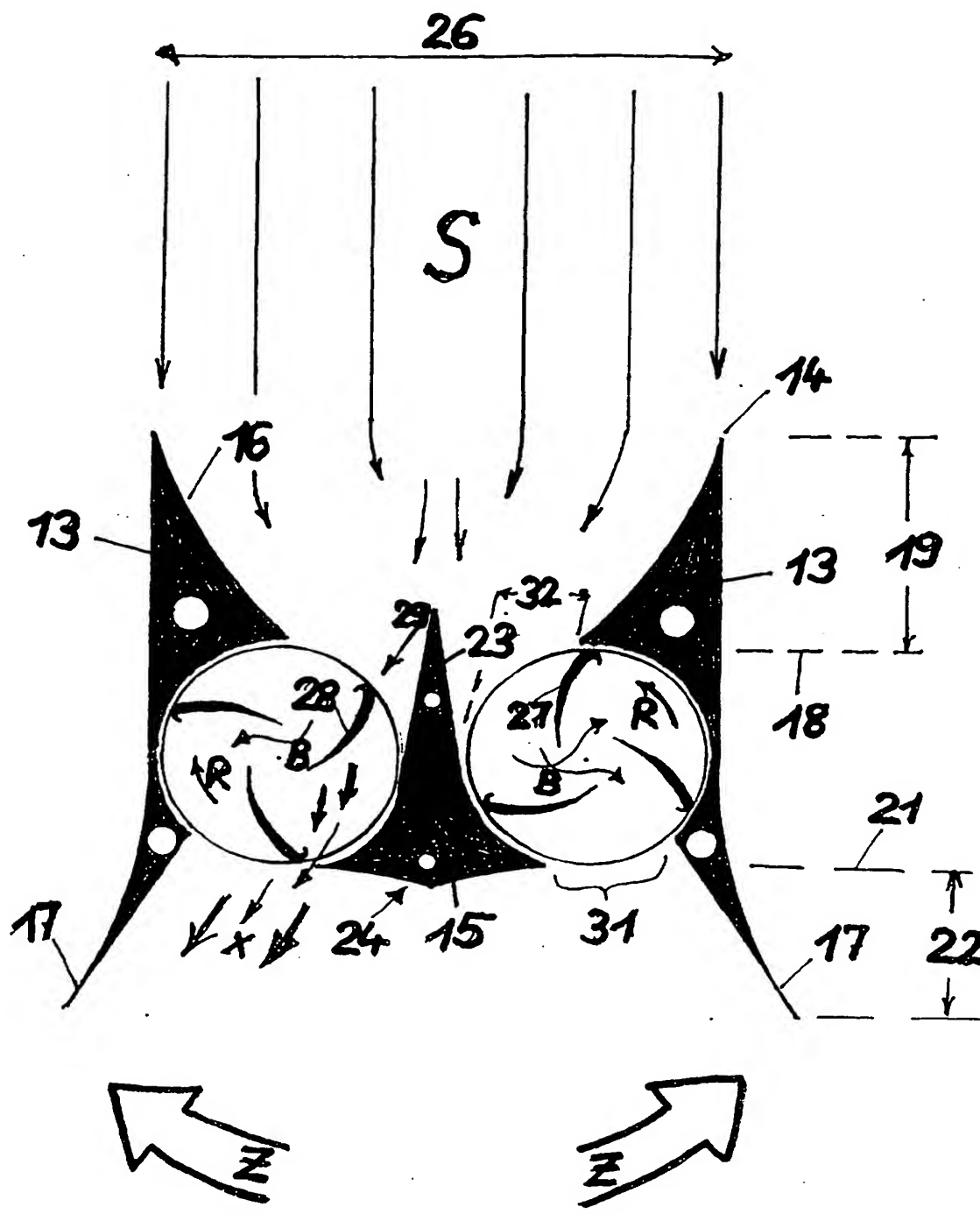


Fig. 1

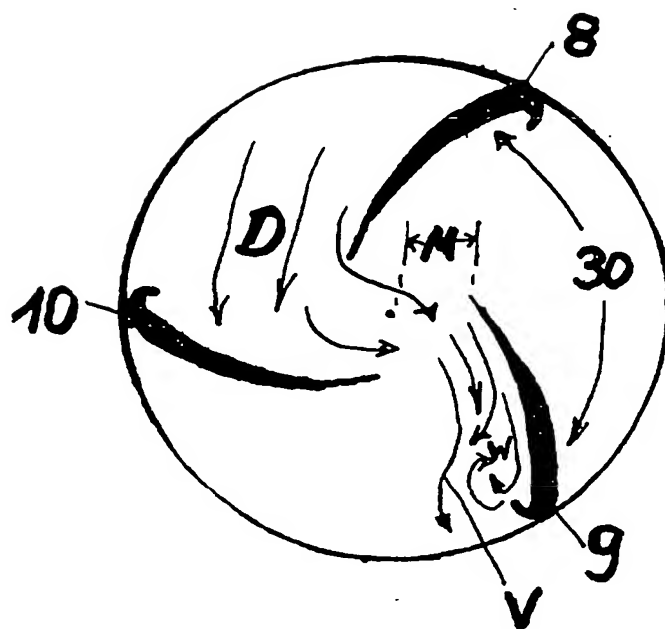


Fig. 2



Fig. 3

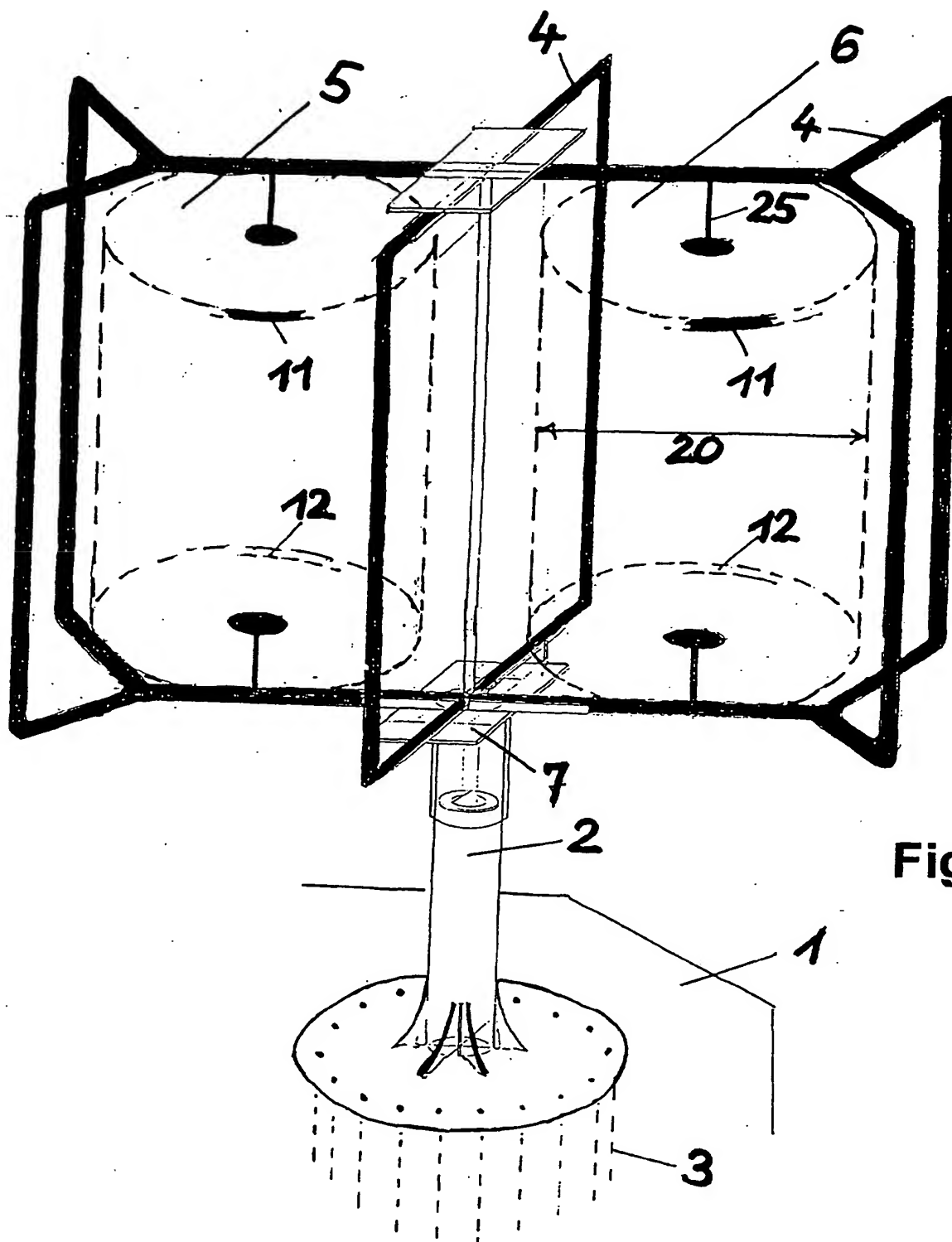


Fig. 4

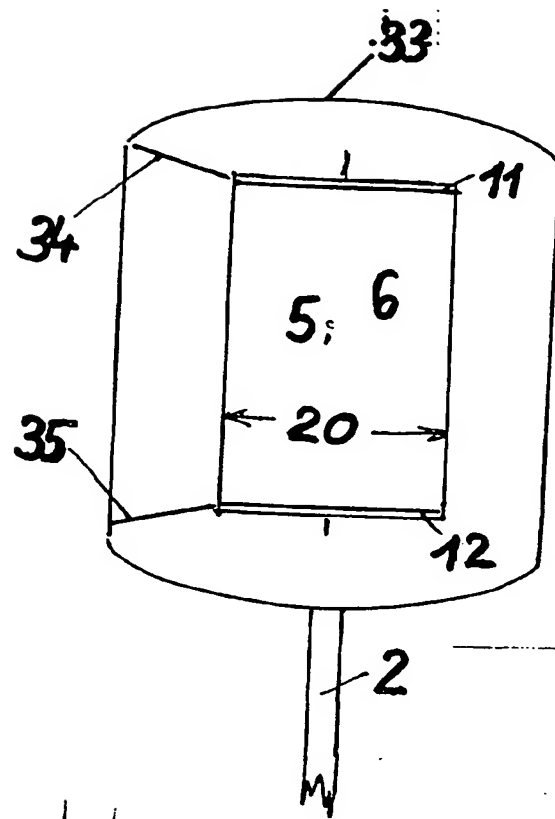


Fig.

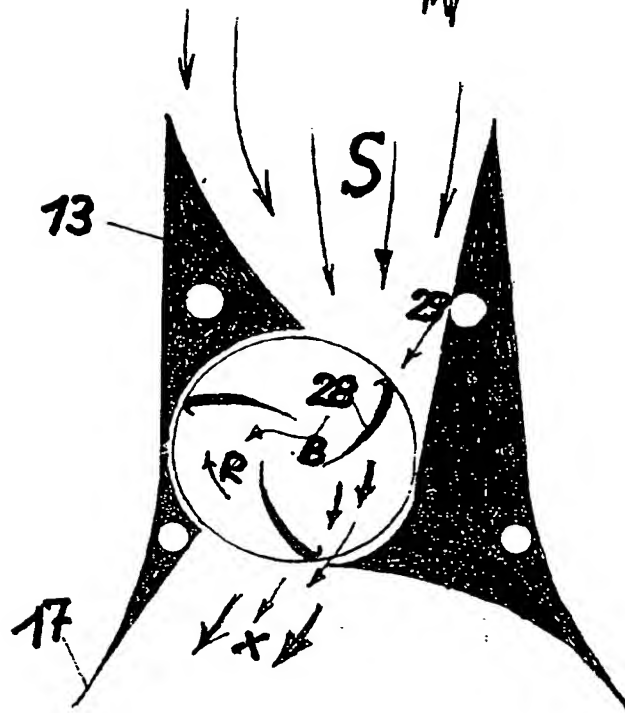


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: Dark lines

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)